Ⅳ-34　建物の日照時間に関する基礎的研究

信州大学工学部　正員　奥谷 巌
〃　学生員　○ 利重 誠

1．まえがき

一定の空間的広がりしかもたない都市空間の配分のあり方と，また 生活環境の保全 の一課題として，本稿では建物と日照時間について考察を行なった。第一に図形的視点から分析を行ない，次にエネルギー的観点から考察し，さらに，一定地域において，所与の日照時間を確保した上での総床面積の最大化を目差した。このさい，影の部分として確保されるべき空地は，駐車場あるいは倉庫等として，合理的な利用がなされるべきであろう。

2．所与の日照時間を確保するための　建物相互間の距離

建物の高さと陰影長との関係を求めて，所与の日照時間を確保するための，建物相互の距離を求める。図-1 において，Aを太陽の方向角，θを太陽高度，Hを建物の高さ，Eを陰影長，αを建物の面の，真南の方向に対してなす角とすれば，　$E=H\cot\theta\cdot\cos(A+\alpha)$ ―(1) となる[1)]。

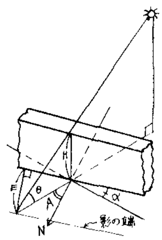


図-1

ここで $e(t)=\cot\theta\cdot\cos(A+\alpha)$ とすれば，$e(t)=\cos\alpha\left[1-\cos^2\varepsilon-a^2-2ab\cos(15t)+(\cos^2\varepsilon-b^2)\cos^2(15t)\right]^{1/2}/\{a+b\cos(15t)\}-\sin\alpha\cdot\cos\varepsilon\cdot\sin(15t)/\{a+b\cos(15t)\}$ ――(2) が，天文学的関係より導かれる。ただし，$a=\sin\beta\cdot\sin\varepsilon$，$b=\cos\beta\cdot\cos\varepsilon$ とし，βは観測点の緯度，εは地軸の傾きである。また，時刻tは正午を0，午后を正とする。$e(t)$について，例えば，大阪市($\beta=34°40'$) での冬至($\varepsilon=-23°27'$)において$\alpha=0$なる場合，すなわち建物の面が真南を向いているときの時刻tとの関係を図示すれば，図-2 のように，$e(t)$軸に関して対称なグラフになる。したがって，いま，τ時間の日照時間を確保するための$e(t)$の値をe_τとすれば，$e_\tau=e(\frac{\tau}{2})$となり，建物相互間の距離を$He(\frac{\tau}{2})$以上にとればよいことがわかる。$\alpha=\alpha$のときにも，同様にしてe_τを求められる (図-3参照；大阪市，冬至における $e(t)$)が，しかし，建物の向きと，時刻によっては，同じτ時間の日照を受けても，エネルギー的には，必ずしも所与の日射エネルギーを受けているとはいえない[2)]。そこで，$\alpha=\alpha$である鉛直面の単位面積が受けている日射エネルギーを求めてみると式(3)のように示される。　$Q_\alpha=\int_{t_1}^{t_2}J_0P^{\operatorname{cosec}\theta}\cot\theta(\cos\alpha\cdot\cos A+\sin\alpha\cdot\sin A)\,dt$ ―― (3)　ただし

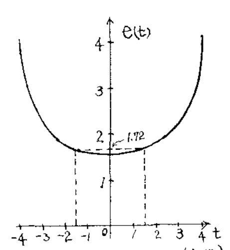


図-2

Q_αは時刻t_1からt_2までの間に 単位面積の受ける日射エネルギーを意味する。また，J_0は太陽常数で $J_0=1164$ kcal/m²/hr，Pは透過率である。θ，Aはそれぞれ，太陽高度および太陽の方向角である。ここで，基準として$\alpha=0$の面が，$-\frac{\tau}{2}$時から$\frac{\tau}{2}$時までに受ける日射エネルギーをとれば，これと同じエネルギーを受けるためのt_1，t_2が，おのおのの角αについて求まるものと思われる。しかるとき，e_τが最小となる角αを求めれば，エネルギー的にも最も有利な建物の方向が得られたことになると思われる。

3．日照時間と建蔽率および容積率との関係

建蔽率，容積率については，建築基準法において，用途地域別に制限が与えられているが，ここでは 所与の日照時間を確保する場合の，建蔽率，容積率について考察を行なう。

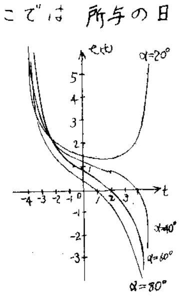
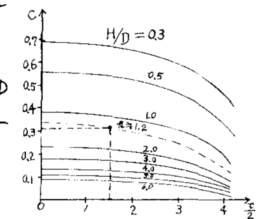


図-3

(1)建蔽率；C　　建物の幅をD，長さをℓ，高さをHとする。所与の日照時間τを確保することを前提とすれば，図-3 を参照して，$C=D\ell/\ell(D+He_\tau)=D/(D+He_\tau)$ ―(4)　となる。$\alpha=0$，すなわち，$e_\tau=e(\frac{\tau}{2})$ なるときの建蔽率Cとτとの関係を，いくつかのH/Dについて求めたグラフが図-4である。これを使って，例えば，$\ell_1\times\ell_2$の与えられた矩形敷地内で建蔽率がC_0以下に制限されている場合に，τ時間の日照を確保した上での最大総床面積が，次のように求められる。(i)　$C_0<0.5$ であれば，$S=\ell_1^3C_0^2k/h$，(ii)　$C_0\geq0.5$ であれば，$S=\ell_1^3k/4h$ となる。ここで

Cは 図-4より求まるH/Dの値，hは建物の一層あたりの高さである。(i)，(ii)と区別した理由は 4. で述べる。

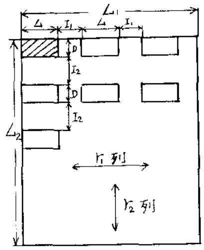


図－4

(2) 容積率；f 建物の階層数をnとすれば，容積率は $f=nDL/(D+He_\tau)L=nD/(D+He_\tau)$ ──(5) である。式(4)をみると，$f=nC$ であることは明らかである。また，一層あたりの高さをhとすれば，当然 $H=nh$ である。

4．日照時間所与の条件下での，総床面積の最大化

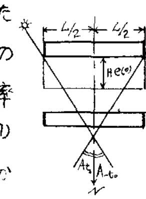
ここでは，建物が真南を向いている場合，すなわち$\alpha=0$のときにおける，τ時間の日照を確保した上での総床面積の最大化について考察を行なった。ただし，正午を0時，午后を正としたとき，$-t_0$時からt_0時までの間には，二つ以上の建物による複合日陰はできないものとし，この時間内に，所与の日照時間を確保するものとする。ここでt_0は，エネルギー的観点から定められるべきであろう。図-5に示されているような$L_1 \times L_2$の矩形敷地内に，r_2行r_1列ほどの建物をたてるものとする。しかるとき，この問題は，次の互いに排反な3つの事象(1)，(2)，(3)のうちで，容積率を最大にするという非線型問題に帰結される。この3つの場合わけは，制約条件の場合わけを意味している。



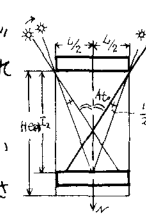
図－5

(1) 建物相互の間隙からの日照を期待しない場合 このとき建物は図-6に示されるような位置にあり，日照時間は，陰影長が建物相互間の距離より小さいときにのみ確保される。したがって，$-\frac{\tau}{2}$時から$\frac{\tau}{2}$時までの，τ時間で日照を確保することになるので，それ以外の時刻での複合日陰について考慮する必要はなくなる。さて，図-5より，$r_1(L+I_1) \leqq L_1$，$r_2(D+I_2) \leqq L_2$，容積率$f=DL(H/h)r_1r_2/L_1L_2$であるから $f \leqq LD(H/h)/\{(L+I_1)(D+I_2)\}$ ──(6)，$L, D, H>0$，$I_1, I_2 \geqq 0$ ──(7)

ここに，I_1は東西方向の建物相互の間隙，I_2は南北方向のそれである。図-6より，$I_2 \geqq He(\frac{\tau}{2})$ かつ $I_2 \leqq L\cot A_{t_0}/2$ ──(8) ただし，A_{t_0}とは，$t=t_0$における太陽の方向角である。式(6)の右辺を目的関数として，式(7)，(8)の制約条件のもとでこれを解くと，$I_1=0$，$I_2=D=He(\frac{\tau}{2})=\frac{L_2}{2}$，$L=L_1$，$f=L_1/4he(\frac{\tau}{2})$ となり，このとき建蔽率は $C=(L_2/2)/L_2=1/2$ となる。もし，Dが所与であれば，$I_1=0$，$H=(L_2-D)/e(\frac{\tau}{2})$，$L=L_1$，$f=(L_1-D)D/he(\frac{\tau}{2})L_2$，$C=D/L_2$ である。これが，3において，i，ii と場合わけした理由である。いずれにしろ，このとき，建物は東西方向には敷地いっぱいに延びており，敷地の南端に位置し，時刻$\frac{\tau}{2}$で，陰影長がちょうど(L_2-D)になるような高さになっている。

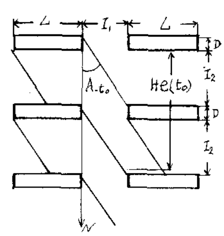


図－6

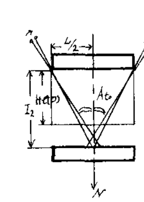


図－7

(2) 建物相互の間隙からの日照時間のみに期待する場合 図-7の場合であり，この図より得られる制約条件式(9)と，複合日陰を生じない条件式(10)（図-8参照）のもとで，式(6)の右辺の最大値を求める問題となる。 $I_2 \leqq He(0)$ かつ $I_2 \geqq L\cot(A-15\tau/2)/2$ ──(9)，$D+2I_2 \geqq He(t_0)$ かつ $I_1 \geqq (D+I_2)\tan A_{t_0}$ ──(10)



図－8



図－9

(3) (1)，(2)の中間的な場合 建物の位置が図-9のときであり，制約条件は式(10)と式(11)とからなる。 $I_1=He(t)$ かつ $I_2 \geqq L\cot A_{t_0}$ かつ $I_2 \geqq L\cot(A-15\tau/2+15t)/2$ ──(11)

ただし，ここでtは，陰影長が，ちょうどI_2に等しくなる時刻である。

5．むすび

建物と影との関係をもとにして，建物と日照時間との関係を求め，最後に限られた地域内での総床面積最大化について単純なモデルで考察を行なった。なお，この結果の詳細は，発表当日に報告する予定である。

【参考文献】 1)鈴木：都市空間の設計方法に関する基礎的研究，信州大学卒業論文，昭和49年3月

2)村井：日照，日射の効果に関する基礎的研究，土木学会論文報告集，昭和48年7月